

Flexibler Druckstab für ein flexibles pneumatisches Bauelement und Mittel zur Errichtung pneumatischer Elementbauten

Die vorliegende Erfindung betrifft ein pneumatisches Bauelement in der Form eines langgestreckten luftdichten und druckbeaufschlagbaren Hohlkörpers mit mindestens einem auf der Lastseite längs des Hohlkörpers verlaufenden Druckstab und mindestens zwei in gegenläufigem Schraubungssinne um den Hohlkörper gespannten Zugbändern. Dabei beginnen bzw. enden die Zugbänder an Knotenelementen, welche an den Enden des mindestens einen Druckstabes angeordnet sind, und umschlingen den Hohlkörper mindestens einmal.

Solche pneumatische Bauelemente sind an sich bekannt, beispielsweise aus WO 01/73245.

Dabei besteht das pneumatische Bauelement aus einem beispielsweise textilarmierten flexiblen gasdichten Hohlkörper. An diesem ist auf der Aussenseite mindestens ein längs einer Mantellinie verlaufender formstabiler Druckstab so angeordnet, dass er durch den Hohlkörper gestützt wird und nicht ausknicken kann. An den Enden dieses Druckstabes sind zwei Zugbänder befestigt, welche den im Wesentlichen rohrförmigen Hohlkörper in gegenläufigem Schraubungssinne einmal umschlingen und einander auf einer Mantellinie des Hohlkörpers, welche jener des Druckstabes gegenüberliegt, auf der halben Länge des Hohlkörpers überkreuzen. An den Stellen, wo der Druckstab mit den Zugbändern verbunden ist, befinden sich Knotenelemente, in welche auch die Auflagekräfte eingeleitet werden.

Das in WO 01/73245 offenbarte pneumatische Bauelement weist verschiedene, sich in der praktischen Handhabung äussernde Nachteile auf: Der Druckstab, welcher für sich allein genommen zu lang ist, muss aus Transport- und Montagegründen in Einzelteile zerlegt werden, welche auf einer Baustelle beispielsweise stumpf stossend aneinander gefügt und in dafür vorgesehene Laschen eingeschoben werden müssen. Ebenso kann das Anlegen und Spannen der Zugbänder erst auf der Baustelle erfolgen. Da die Zugbänder und Druckstäbe in die entsprechenden Knotenelemente verlegt werden müssen, welche zur Aufnahme

von Zug-, Druck- und Auflagekräften geeignet sind, ergibt sich auf der Baustelle ein erheblicher Montageaufwand.

Die Aufgabe, welche durch die Vorliegende Erfindung gelöst werden soll, besteht in der Schaffung eines pneumatischen Bauelementes, welches auf einer Baustelle ohne nennenswerte Montage aufgerichtet werden kann.

Die Lösung der gestellten Aufgabe ist wiedergegeben in den unabhängigen Ansprüchen 1, 14, 15 und 18 hinsichtlich ihrer grundlegenden Merkmale, in den weiteren Ansprüchen hinsichtlich weiterer vorteilhafter Ausbildungen.

Anhand der beigefügten Zeichnung wird der Erfindungsgegenstand näher erläutert.

Es zeigen.

- 15 Fig. 1a ein erfindungsgemässes flexibles pneumatisches Bauelement im leeren Zustand, im Querschnitt,
- Fig. 1b das pneumatische Bauelement von Fig. 1a im druckbeaufschlagten Zustande mit einem ersten Ausführungsbeispiel eines Druckstabes,
- 20 Fig. 2 ein pneumatisches Bauelement im leeren Zustande, eingerollt, in einer Seitenansicht,
- 25 Fig. 3 ein zweites Ausführungsbeispiel eines Druckstabes im Querschnitt,
- Fig. 4 ein drittes Ausführungsbeispiel eines Druckstabes im Querschnitt,
- 30 Fig. 5 ein viertes Ausführungsbeispiel eines Druckstabes im Querschnitt,
- Fig. 6 eine Variante zum vierten Ausführungsbeispiel,
- 35 Fig. 7 ein Knotenelement mit einem Druckstab in Seitenansicht,

- Fig. 8 ein fünftes Ausführungsbeispiel eines Druckstabes im Querschnitt,
- 5 Fig. 9 ein sechstes Ausführungsbeispiel eines Druckstabes im Querschnitt,
- Fig. 10 ein Knotenelement mit zwei Druckstäben in Seitenansicht,
- 10 Fig. 11 ein Anwendungsbeispiel für die erfindungsgemässen flexiblen pneumatischen Bauelemente in einer Isometrie,
- 15 Fig. 12 ein flexibles pneumatisches Bauelement mit einem Verbindungselement in einer Isometrie,
- Fig. 13a zwei pneumatische Bauelemente mit einem Verbindungselement in einer Seitenansicht im schlaffen Zustand,
- 20 Fig. 13b zwei pneumatische Bauelemente mit einem Verbindungselement in einer Seitenansicht im druckbeaufschlagten Zustand.
- 25 Fig. 1a, b sind Darstellungen des erfindungsgemässen flexiblen pneumatischen Bauelementes im Querschnitt; Fig. 1a zeigt es im schlaffen, Fig. 1b im druckluftbeaufschlagten Zustand. Das pneumatische Bauelement besteht aus einer flexiblen Hülle 1, auf welche einseitig ein Druckstab 2 in der Form einer
- 30 flexiblen Platte aus einem druckfesten Material beispielsweise vollflächig aufgeklebt ist. Die Hülle 1 ist beispielsweise aus einem textilmarmierten Kunststoff gefertigt und für sich gasdicht verklebt oder verschweisst. Eine weitere Lösung für die Hülle 1 besteht aus einem Schlauch aus dehnungsarmen textilem Material - beispielsweise aus Aramidfasern - in welchen
- 35 ein gasdicht gefertigter Schlauch aus elastischem Kunststoff - beispielsweise Polyurethan - eingelegt ist.

Im unaufgeblasenen Zustand ist der Druckstab 2 flach, was gestattet, das pneumatische Bauelement einzurollen und im eingerollten Zustande zu transportieren, wie in Fig. 2 gezeigt. Wird das leere und schlaffe - und allenfalls eingerollte - pneumatische Bauelement nun mit Druckluft über ein Ventil 3 beaufschlagt, so entrollt es sich zuerst und nimmt dann im ausgerollten, jedoch noch schlaffen Zustande langsam die in Fig. 1b gezeigte Querschnittsform an. Dabei wird der Druckstab 2 in die gezeigte funktionale Form eines Zylindersegmentes gebogen. Die Stabilität des biegeelastischen Druckstabes in seiner funktionalen Form hat im Wesentlichen zwei Gründe: Einerseits vergrössert die gebogene funktionale Form das Flächenträgheitsmoment des Druckstabes, andererseits ist der Druckstab durch das Zusammenspiel mit den Zugbändern und der unter Druck stehenden Hülle 1 radial zu seiner Längsachse auf einer Luftfeder gelagert, also nicht zwischen seinen Enden frei Hängend. Das grössere Flächenträgheitsmoment und die gefederte Lagerung des Druckstabes erhöhen zusammen seine Knicklast beachtlich. Gleichzeitig wird auf der Hülle 1 eine tangential Umlaufspannung σ_u aufgebaut, wobei gilt

$$\sigma_u = p \cdot R \text{ [N/m]}$$

p = Innendruck des pneumatischen Bauelementes [N/m²]

R = Radius des pneumatischen Bauelementes [m]

Diese Zugspannung σ_u überträgt sich über die Verklebung des Druckstabes 2 mit der Hülle 1 auf den Druckstab 2, dergestalt dass auch dieser von σ_u gespannt ist. Dadurch wird das Flächenträgheitsmoment des Druckstabes weiter erhöht und die Knicklast vergrössert.

Varianten zum Aufbau des Druckstabes 2 und zur Vergrösserung der Knicklast sind in den Fig. 3 bis 6 dargestellt. In der Variante gemäss Fig. 3 ist der Druckstab 2 innerhalb der flexiblen Hülle 1 angeordnet und besteht aus einem gasdichten Hohlkörper 4. Dieser ist, wie im Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 1, 2 biegeelastisch, jedoch in der Lage, längsverlaufende Druckkräfte aufzunehmen. Der Hohlkörper 4 ist beispielsweise aus zwei, an den Rändern flach aufeinandergeklebten

oder -geschweissten, Platten 6 mit den vorgenannten Eigenschaften aufgebaut. Wird der Hohlkörper 4 nun mit einem Druckmittel unter einen Druck p_1 gesetzt, das Innere der flexiblen Hülle auf einen Druck $p_0 < p_1$, so kann der durch den Hohlkörper 4 erzeugte rohrartige Druckstab ohne auszuknicken die vorgesehenen längswirkenden Druckkräfte aufnehmen.

In Fig. 4 ist ein weiteres Mittel zur Vergrösserung des Flächenträgheitsmomentes des Druckstabes 2 dargestellt. Alternativ zu Fig. 1 ist der - zunächst - flache Druckstab 2 im Innern der flexiblen Hülle 1 angebracht, geschweisst oder geklebt. An einem elastischen Gelenk 5, welches sich mittig über die ganze Länge des Druckstabes erstreckt, ist ein Steg 7 gelenkig angeordnet. Im drucklosen Zustande des erfindungsgemässen pneumatischen Bauelementes liegt der Steg 7 im Wesentlichen parallel zur Platte 6 des Druckstabes 2. Eine Vielzahl von Filamenten 8 erstreckt sich quer durch die flexible Hülle 1; im drucklosen Zustande der flexiblen Hülle 1 sind die Filamente 8 lose, im druckmittelbeaufschlagten Zustande der flexiblen Hülle 1 jedoch soweit gespannt, dass durch die Druckbeaufschlagung der flexiblen Hülle 1 der Steg 7 aus der ursprünglichen Lage in die in Fig. 4 dargestellte gebracht wird, in welcher er im Wesentlichen auf der Platte des Druckstabes 6 senkrecht steht.

Fig. 5 und 6 sind zwei Varianten einer weiteren Anordnung, welche zur Vergrösserung des Flächenträgheitsmomentes dienen. In beiden Varianten sind mehrere, beispielsweise fünf, flexible und gasdichte rohrartige Hüllen 9 auf die Platte 6 des Druckstabes 2 aufgesetzt und mit ihm verbunden. In den Hüllen 9 sind ebenfalls flexible Platten 6 eingelegt und mit der Hülle 9 verbunden. Durch Druckbeaufschlagung der Hüllen 9 werden die Platten 6 aufgebogen, wodurch das Flächenträgheitsmoment der Druckstäbe 2 gemäss Fig. 5, 6 vergrössert wird. Der Unterschied zwischen Fig. 5 und 6 liegt in der Anordnung des so ausgeführten Druckstabes 2: in Fig. 5 ist er ausserhalb der flexiblen Hülle 1 angeordnet, in Fig. 6 innerhalb. Dadurch gilt für das Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 6 ebenfalls die Bedingung $p_1 > p_0$.

In den Figuren nicht dargestellt aber ebenfalls erfindungsgemäss ist die Verwendung einer mehrschichtigen Hülle 1. Die Anbringung von Druckstäben zwischen verschiedenen Schichten der Hülle 1 ist ebenso Teil der erfinderischen Idee.

- 5 Fig. 7 ist die Darstellung eines ersten Ausführungsbeispiels eines Knotenelementes 11. In diesem sind die Wirkungen der Auflagekraft, der im Druckstab 2 verlaufenden Druckkraft und jener, der in Zugbändern 12 verlaufenden Zugkräfte vektoriell auf Null gebracht. Das hier dargestellte Knotenelement 11
- 10 weist eine tiefe Oese 13 auf, mit welcher es verdrehsicher in einer Tragkonstruktion (nicht dargestellt) verankert werden kann. Die Befestigung von Knotenelement 11, Druckstab 2 und Zugbändern 12 aneinander wird durch an sich bekannte Mittel des Maschinenbaus gelöst.
- 15 Fig. 8 ist eine Darstellung eines pneumatischen Bauelementes mit zwei Druckstäben 2, welche entlang gegenüberliegenden Mantellinien der flexiblen Hülle 1 angeordnet sind. Die zu Fig. 1a, b beschriebenen charakterisierenden Merkmale bleiben - abgesehen von der doppelten Ausführung des Druckstabes 2 -
- 20 die gleichen. Ein so aufgebautes pneumatisches Bauelement weist hingegen pro Druckstab 2 je mindestens ein Paar von Zugbändern 12 auf, welche das pneumatische Bauelement in gegenläufigem Schraubungssinne je mindestens ein mal umschlingen. Die Anordnung der Oesen 13 kann selbstverständlich den
- 25 besonderen Bedürfnissen angepasst werden, solange die Nullsummenbedingung für die Kraftvektoren eingehalten wird. Beispielsweise können die Oesen 13 auch so angeordnet werden, dass die Längsachse einer Oese 13 sich mit der Längsachse des pneumatischen Bauelementes schneidet oder auch unterhalb die-
- 30 ser letzteren Längsachse zu liegen kommt.
- Soll ein pneumatisches Bauelement mit zwei Druckstäben 2 nach dem Ausführungsbeispiel gemäss Fig. 3, 4, 5 oder 6 ausgeführt werden, so kann dies durch zweimaliges Anbringen eines nach diesen Ausführungsbeispielen ausgeführten Druckstabes geschehen, wie als Beispiel in Fig. 9 gezeigt: Hier wird der Druck-
- 35 stab 2 mit dem gelenkig angebrachten Steg 7 doppelt ausgeführt. Anstelle der dem Druckstab 2 gegenüberliegenden Mantellinie dient hier der gegenüberliegende Steg 7 als Befesti-

gungsort für die Filamente 8, welche die Stege 7 unter der Wirkung des Druckmittels aufrichten. Die Eigenschaften des pneumatischen Bauelementes, welche anhand von Fig. 1a, b und 2 beschrieben sind, bleiben dadurch erhalten.

- 5 Ein Ausführungsbeispiel eines Knotenelementes 14 für die Aufnahme von zwei Druckstäben 2 ist in Fig. 10 dargestellt. In diesem sind zwei Druckstäbe 2, mindestens ein Paar von Zugbändern 12 pro Druckstab - und selbstverständlich die Befestigung der flexible Hülle 1 - und Einrichtungen zur Aufnahme
10 der Auflagerkräfte, beispielsweise die Oesen 13 zusammengefasst. Die Anordnung der Oesen 13 hat wiederum nur den Charakter eines Beispiels ohne Beschränkungswirkung. Fig. 11 zeigt als Anwendungsbeispiel den Einsatz von mehreren erfindungsgemässen pneumatischen Bauelementen, beispielsweise
15 gemäss Fig. 10, für die Errichtung eines pneumatischen und im Wesentlichen selbstaufstellenden Elementbaus, hier eines Gerüstes für ein Dach. Im Anwendungsbeispiel gemäss Fig. 11 werden 18 pneumatische Bauelemente im Prinzip gleicher Bauart in geeigneter Weise miteinander verbunden. Dazu dienen bei-
20 spielsweise Verbindungselemente 15 gemäss Fig. 12, welche anschliessend beschrieben werden. In einem solchen Verbindungselement 15 können mehrere pneumatische Bauelemente mit ihren Knotenelementen 14 oder in einem eigentlichen Knoten zusammengefasst werden.
- 25 Im Anwendungsbeispiel gemäss Fig. 11 sind jeweils drei bis vier pneumatische Bauelemente in einem Verbindungselement 15 angeschlossen. Die in Fig. 11 auf dem Erdboden aufstehenden Enden der pneumatischen Bauelemente können anstelle eines Knotenelementes 15 mit einem Schuh ausgerüstet sein. Der Elementbau von Fig. 11 kann entweder vor oder nach dem Aufrichten mit einer geeigneten Folie oder Plane überzogen werden.
30 Fig. 12 zeigt ein Ausführungsbeispiel des Verbindungselementes 15, hier für vier anzuschliessende pneumatische Bauelemente. Diese können, wie in Fig. 12 dargestellt, mit zwei
35 Druckstäben 2 ausgeführt sein. Bei der Ausführung mit einem einzigen Druckstab können die unteren Oesen 13 entfallen. Pro anzuschliessendes pneumatisches Bauelement sind vier Oesen 16

vorgesehen, je zwei in koaxialer Anordnung, durch welche ein Bolzen 17 eingeschoben wird.

Das Verbindungselement 15 kann als geschweisste Blechkonstruktion oder als Gussteil ausgeführt werden.

- 5 Durch die Anordnung der oberen Oesen 16 in Bezug auf die unteren kann der Winkel zwischen zwei flexiblen pneumatischen Bauelementen in ihrer funktionalen Form bestimmt werden. Damit ist auch die Aussenkontur eines durch flexible pneumatische Bauelemente errichteten Bauwerks festgelegt.
- 10 In Fig. 13 a, b sind Montageschritte eines solchen Bauwerks dargestellt: An ein erstes Verbindungselement, beispielsweise jenes im Giebel des Bauwerks von Fig. 11 werden zwei pneumatische Bauelemente mit den Bolzen 17 angeschlossen, nachdem die noch schlaffen pneumatischen Bauelemente ausgerollt wor-
- 15 den sind. Weitere Verbindungselemente und pneumatische Bauelemente können im gleichen Arbeitsgange montiert werden. Anschliessend werden die pneumatischen Bauelemente unter Druck gesetzt. Dadurch erhalten die Druckstäbe ihre funktionale Form. Wie in Fig. 13b durch Pfeile angedeutet ist, sind sie
- 20 daher in der Lage, die in den Verbindungselementen aufgebauten Momente aufzunehmen und heben damit die ganze Struktur vom Boden ab und richten sie auf.

Patentansprüche

1. Druckstab (2) für ein flexibles pneumatisches Bauelement, bestehend aus einem langgestreckten luftdichten und druckbeaufschlagbaren Hohlkörper (4), mit pro Druckstab (2) mindestens je einem Paar in gegenläufigem Schraubungssinne um den Hohlkörper (4) gespannten Zugbändern und pro Druckstab (2) je zwei Knotenelementen (11), dadurch gekennzeichnet, dass
- der Druckstab (2) biegeelastisch ist, plattenartige Form aufweist und fest mit der Hülle (1) verbunden ist,
 - im leeren Zustand des pneumatischen Bauelementes der Druckstab (2) flach und rollbar ist,
 - im vollen, druckbeaufschlagten Zustand des pneumatischen Bauelementes der Druckstab (2) gebogen ist und im Wesentlichen die Form eines Zylindersegmentes annimmt und die unter Druck stehende Hülle (1) den Druckstab (2) in dieser Form stabilisiert.
2. Druckstab (2) nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung mit der Hülle (1) so geartet ist, dass sich die Spannung σ_u der Hülle (1) auf den Druckstab (2) überträgt.
3. Druckstab (2) nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass er vollflächig mit der Hülle (1) verklebt oder durch Schweissen mit der Hülle (1) verbunden ist.
4. Druckstab (2) nach Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass er sich mit zunehmender Druckbeaufschlagung der Hülle (1) zunehmend entrollt und seine gestreckte, funktionale Form annimmt.
5. Druckstab (2) nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass er so gestaltet ist, dass seine Knicklast vergrößert wird.

- 5 6. Druckstab (2) nach Patentanspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass er aus zwei Platten (6) aufgebaut ist, welche einen Hohlkörper (4) bilden wenn dieser mit einem Druck $p_1 > p_2$ beaufschlagt ist, so dass der Druckstab (2) eine rohrartige Form annimmt.
- 10 7. Druckstab (2) nach Patentanspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass er über ein elastisches Gelenk (5) verfügt, welches sich mittig über seine ganze Länge erstreckt und an welchem ein Steg (7) angelenkt ist, wobei dieser Steg (7) mit einer Vielzahl von Filamenten (8) mit der Hülle (1) im Bereich der dem Gelenk (5) gegenüberliegenden Mantellinie verbunden ist.
- 15 8. Druckstab (2) nach Patentanspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass an der Platte (6) des Druckstabes (2) mindestens eine rohrartige Hülle (9) angebracht ist, an deren Innenseite ebenfalls eine biegeelastische Platte (6) angeordnet ist, welche sich unter Druckbeaufschlagung der Hülle (9) aufbiegt.
- 20 9. Druckstab (2) nach Patentanspruch 1 oder einem der Patentansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass er an der Hülle (1) mehrfach angeordnet ist.
- 25 10. Druckstab (2) nach Patentanspruch 1 oder einem der Patentansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Druckstab (2) innerhalb der Hülle (1) angebracht ist.
- 30 11. Druckstab (2) nach einem der Patentansprüche 1, 5, 6, 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Druckstab (2) aussen an der Hülle (1) angebracht ist.
- 35

12. Druckstab (2) nach einem der Patentansprüche 1, 5, 6, oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Druckstab (2) zwischen verschiedenen Schichten der Hülle (1) angebracht ist.
- 5
13. Druckstab (2) nach einem der vorangehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass seine Knotenelemente (11) mit Verbindungselementen (15) verbunden werden können.
- 10
14. Knotenelement (11) für mindestens einen flexiblen Druckstab (2), dadurch gekennzeichnet, dass es über mindestens eine Öse (13) verfügt, durch die je ein Bolzen (17) zu einer verdrehsicheren Befestigung passt.
- 15
15. Verbindungselement (15) für flexible pneumatische Bauelemente dadurch gekennzeichnet, dass
- Mittel zur Befestigung von mindestens zwei Knotenelementen (11) vorhanden sind,
 - 20 - die Mittel zur Befestigung derart gestaltet sind, dass die flexiblen pneumatischen Bauelemente in ihrer funktionalen Form in einem vorbestimmten Winkel zueinander stehen.
- 25
16. Verbindungselement (15) nach Patentanspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass Paare von koaxialen Ösen (16) vorhanden sind zwischen welchen je ein Knotenelement (11) mit einer Öse (13) durch Einschieben eines Bolzens (17) verdrehsicher befestigt werden kann.
- 30
17. Verbindungselement (15) nach Patentanspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens zwei obere und zwei untere Paare von koaxialen Ösen vorhanden sind, und die gegenseitige Lage der oberen zu den unteren Paaren den Winkel zwischen flexiblen pneumatischen Bauelementen in ihrer funktionalen Form vorgeben.
- 35

- 5 18. Pneumatischer Elementbau, dadurch gekennzeichnet, dass er aus flexiblen pneumatischen Bauelementen mit flexiblen Druckstäben(2) und Verbindungselementen (15) zusammengefügt ist und sich unter Druckbeaufschlagung der pneumatischen Bauelemente selbst aufrichtet und eine vorbestimmte Form annimmt.

GEÄNDERTE ANSPRÜCHE

[beim Internationalen Büro am 01. Juli 2004 (01.07.04) eingegangen ;
ursprüngliche Ansprüche 1 - 18 geändert (4 Seiten)]

Patentansprüche

1. Flexibles pneumatisches Bauelement, bestehend aus einem langgestreckten luftdichten und mit Druck beaufschlagbaren Hohlkörper (4), mit pro Druckstab (2) mindestens je einem Paar in gegenläufigem Schraubungssinne um den Hohlkörper (4) gespannten Zugbändern und pro Druckstab (2) je zwei Knotenelementen (11), dadurch gekennzeichnet, dass
 - der Druckstab (2) biegeelastisch ist, plattenartige Form aufweist und fest mit der Hülle (1) verbunden ist,
 - im leeren Zustand des pneumatischen Bauelementes der Druckstab (2) flach und rollbar ist,
 - im vollen, druckbeaufschlagten Zustand des pneumatischen Bauelementes der Druckstab (2) gebogen ist und im Wesentlichen die Form eines Zylindersegmentes annimmt und die unter Druck stehende Hülle (1) den Druckstab (2) in dieser Form stabilisiert.
2. Flexibles pneumatisches Bauelement nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindung vom Druckstab (2) mit der Hülle (1) so geartet ist, dass sich die Spannung σ_u der Hülle (1) auf den Druckstab (2) überträgt.
3. Flexibles pneumatisches Bauelement nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckstab (2) vollflächig mit der Hülle (1) verklebt oder durch Schweissen mit der Hülle (1) verbunden ist.
4. Flexibles pneumatisches Bauelement nach Patentanspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckstab (2) sich mit zunehmender Druckbeaufschlagung der Hülle (1) zunehmend entrollt und seine gestreckte, funktionale Form annimmt.
5. Flexibles pneumatisches Bauelement nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckstab (2) so gestaltet ist, dass seine Knicklast vergrößert wird.

6. Flexibles pneumatisches Bauelement nach Patentanspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckstab (2) aus zwei Platten (6) aufgebaut ist, welche einen Hohlkörper (4) bilden wenn dieser mit einem Druck $p_1 > p_2$ beaufschlagt ist, so dass der Druckstab (2) eine rohrartige Form annimmt.
7. Flexibles pneumatisches Bauelement nach Patentanspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckstab (2) über ein elastisches Gelenk (5) verfügt, welches sich mittig über seine ganze Länge erstreckt und an welchem ein Steg (7) angelenkt ist, wobei dieser Steg (7) mit einer Vielzahl von Filamenten (8) mit der Hülle (1) im Bereich der dem Gelenk (5) gegenüberliegenden Mantellinie verbunden ist.
8. Flexibles pneumatisches Bauelement nach Patentanspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass an der Platte (6) des Druckstabes (2) mindestens eine rohrartige Hülle (9) angebracht ist, an deren Innenseite ebenfalls eine biegeelastische Platte (6) angeordnet ist, welche sich unter Druckbeaufschlagung der Hülle (9) aufbiegt.
9. Flexibles pneumatisches Bauelement nach Patentanspruch 1 oder einem der Patentansprüche 5 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Druckstab (2) an der Hülle (1) mehrfach angeordnet ist.
10. Flexibles pneumatisches Bauelement nach Patentanspruch 1 oder einem der Patentansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Druckstab (2) innerhalb der Hülle (1) angebracht ist.
11. Flexibles pneumatisches Bauelement nach einem der Patentansprüche 1, 5, 6, 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Druckstab (2) aussen an der Hülle (1) angebracht ist.

12. Flexibles pneumatisches Bauelement nach einem der Patentansprüche 1, 5, 6, oder 9, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Druckstab (2) zwischen verschiedenen Schichten der Hülle (1) angebracht ist.
13. Flexibles pneumatisches Bauelement nach einem der vorangehenden Patentansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass seine Knotenelemente (11) mit Verbindungselementen (15) verbunden werden können.
14. Flexibles pneumatisches Bauelement, dadurch gekennzeichnet, dass die Knotenelemente (11) über mindestens eine Öse (13) verfügen, durch die je ein Bolzen (17) zu einer verdrehsicheren Befestigung passt.
15. Pneumatischer Elementbau aus flexiblen pneumatischen Bauelementen nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die flexiblen pneumatischen Bauelementen mit Verbindungselementen (15) zusammengefügt sind und sich der pneumatische Elementbau unter Druckbeaufschlagung der flexiblen pneumatischen Bauelemente selbst aufrichtet und eine vorbestimmte Form annimmt.
16. Pneumatischer Elementbau nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungselemente (15) für flexible pneumatische Bauelemente
- Mittel zur Befestigung von mindestens zwei Knotenelementen (11) aufweisen,
 - Mittel zur Befestigung aufweisen, die derart gestaltet sind, dass die flexiblen pneumatischen Bauelemente in ihrer funktionalen Form in einem vorbestimmten Winkel zueinander stehen.
17. Pneumatischer Elementbau nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungselemente über Paare von koaxialen Ösen (16) verfügen, zwischen welchen je ein Knotenelement (11) mit einer Öse (13) durch Einschieben eines Bolzens (17) verdrehsicher befestigt werden kann.

18. Pneumatischer Elementbau nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Verbindungselement (15) über mindestens zwei obere und zwei untere Paare von coaxialen
5 Ösen verfügen, und die gegenseitige Lage der oberen zu den unteren Paaren den Winkel zwischen flexiblen pneumatischen Bauelementen in ihrer funktionalen Form vorgeben.

1/5

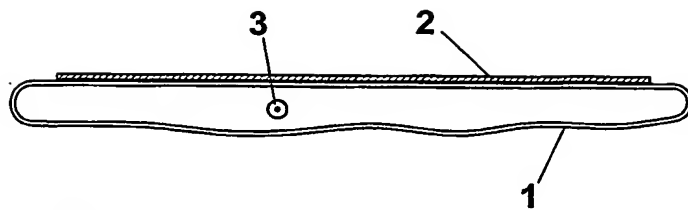


Fig. 1a

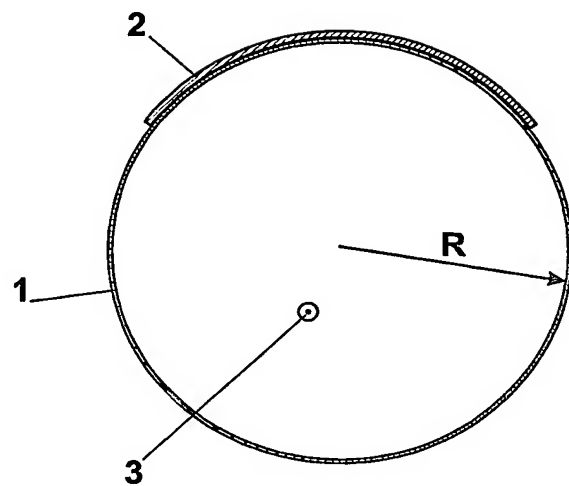


Fig. 1b

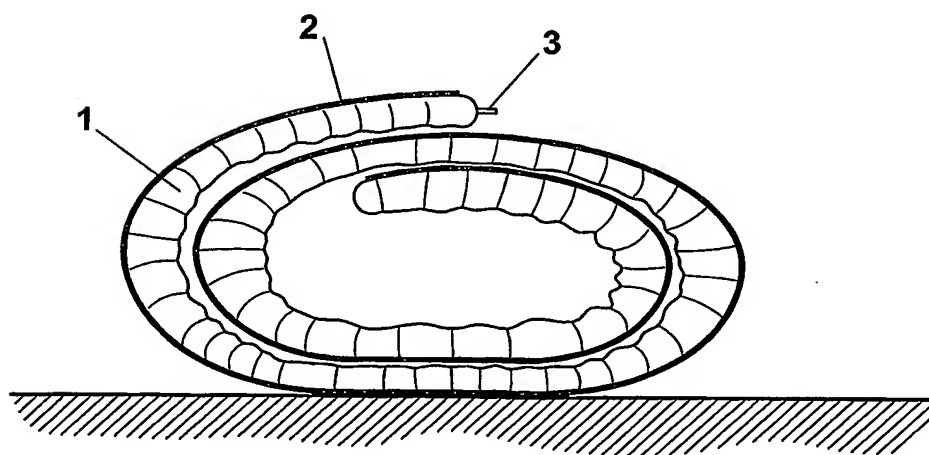


Fig. 2

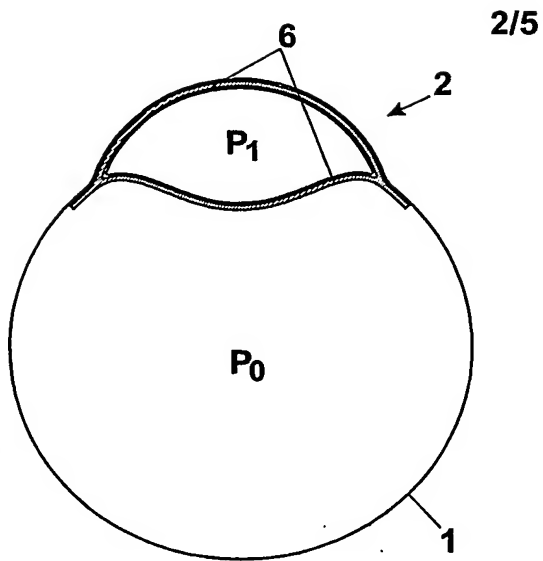


Fig. 3

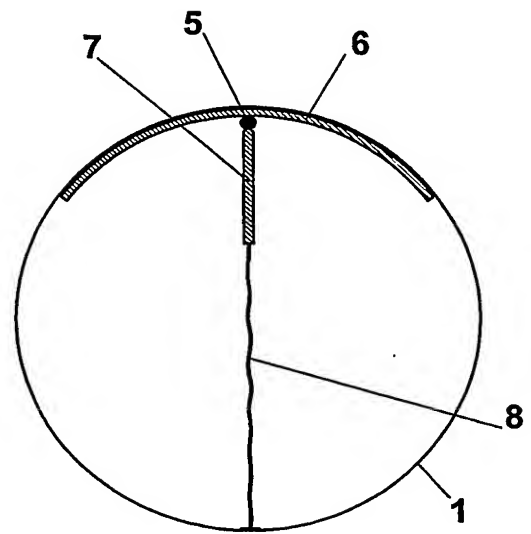


Fig. 4

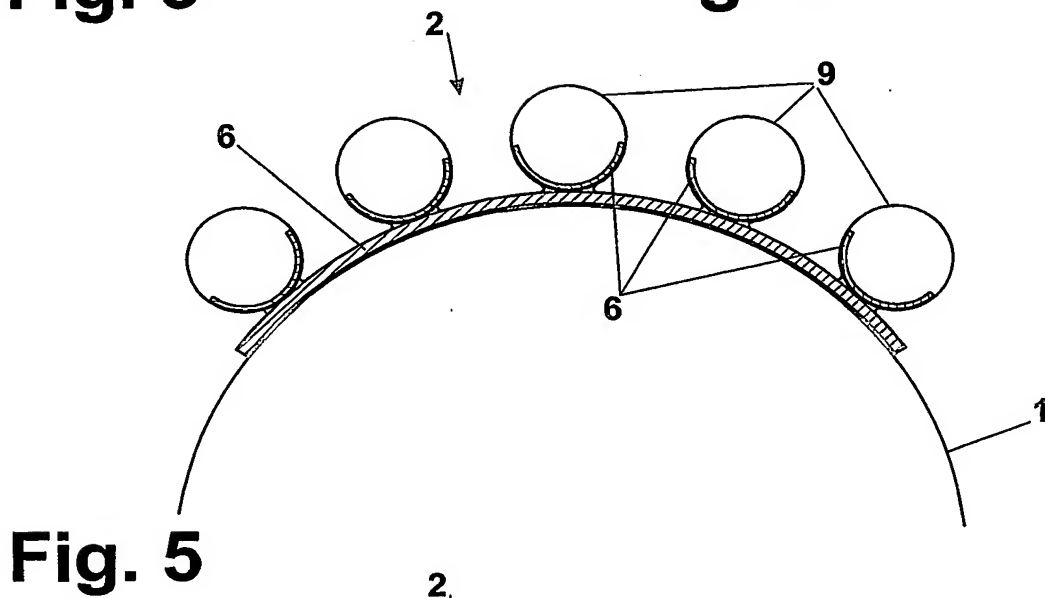


Fig. 5

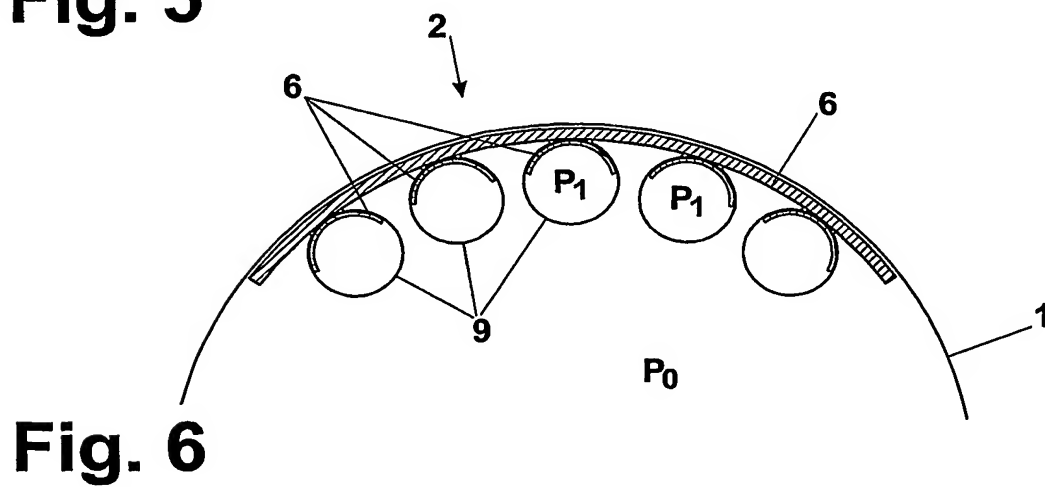


Fig. 6

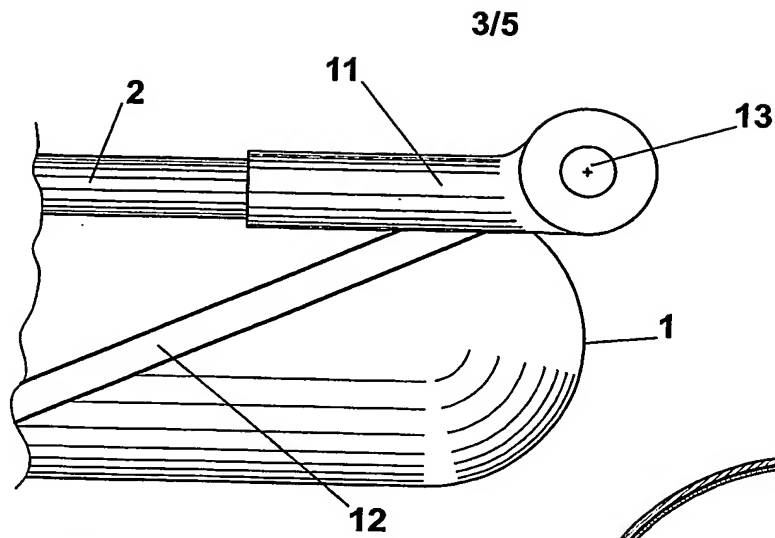


Fig. 7

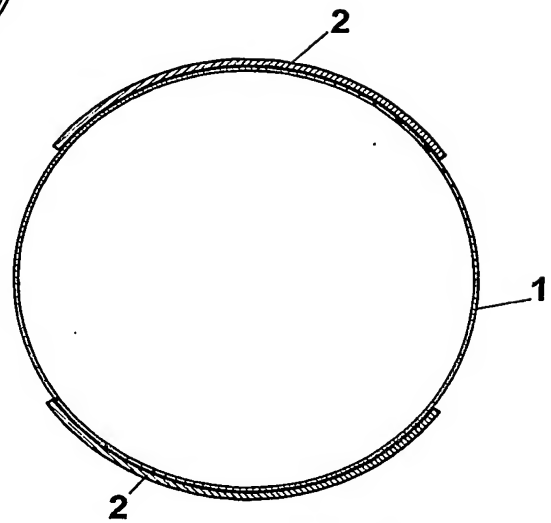


Fig. 8

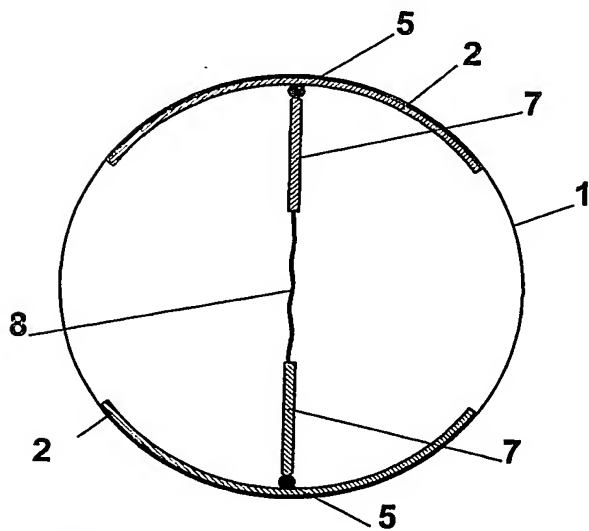


Fig. 9

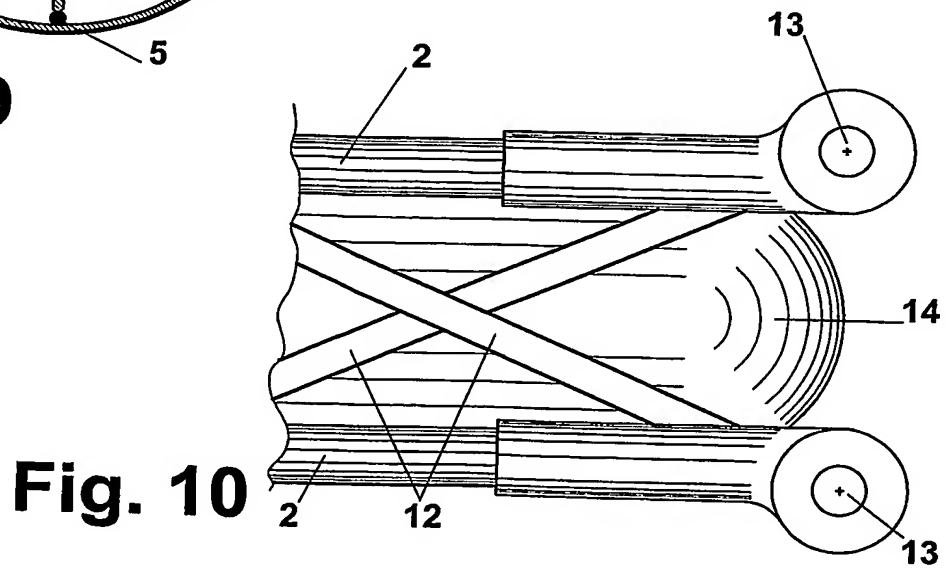


Fig. 10

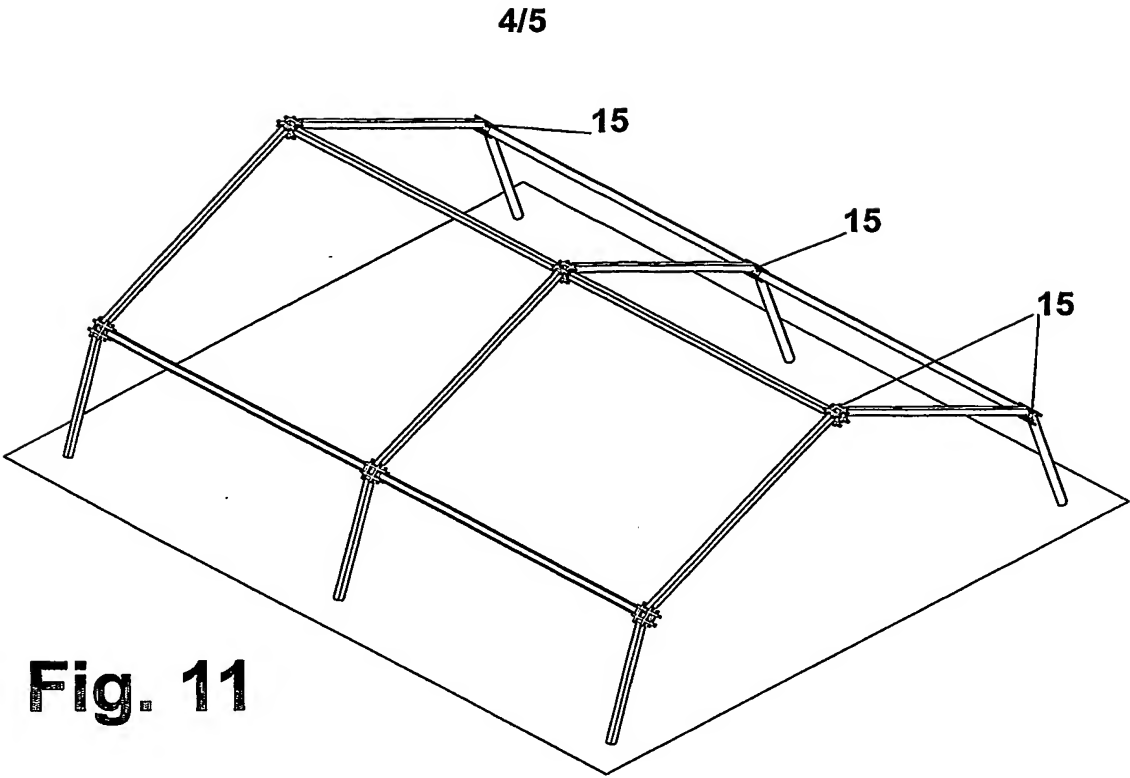


Fig. 11

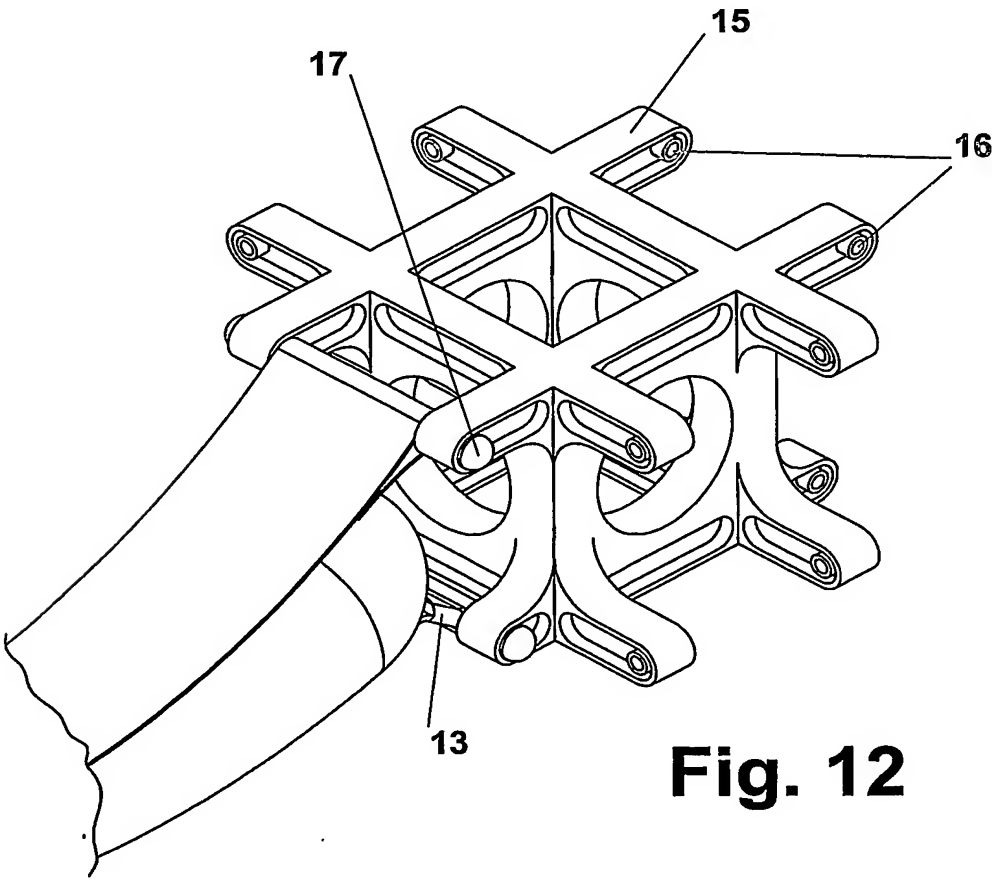


Fig. 12

5/5

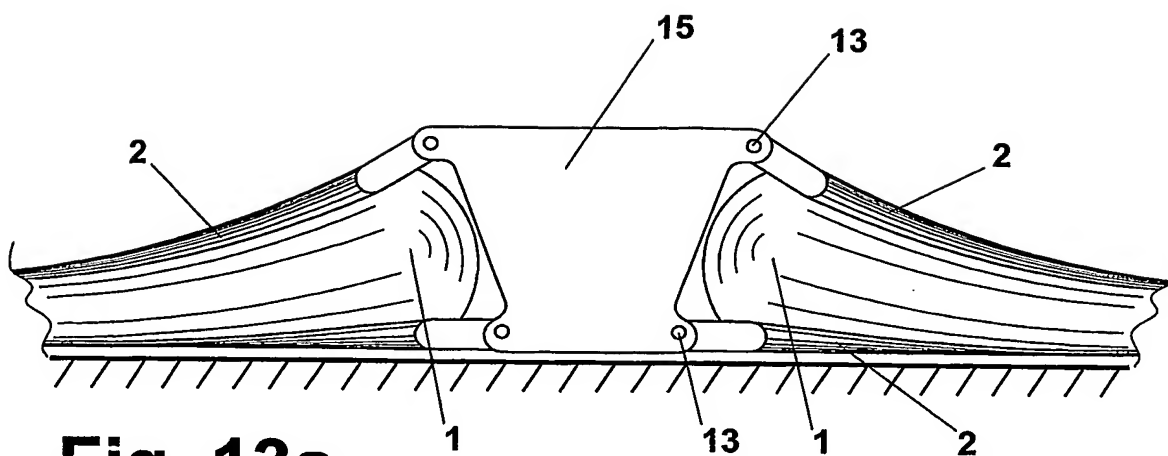


Fig. 13a

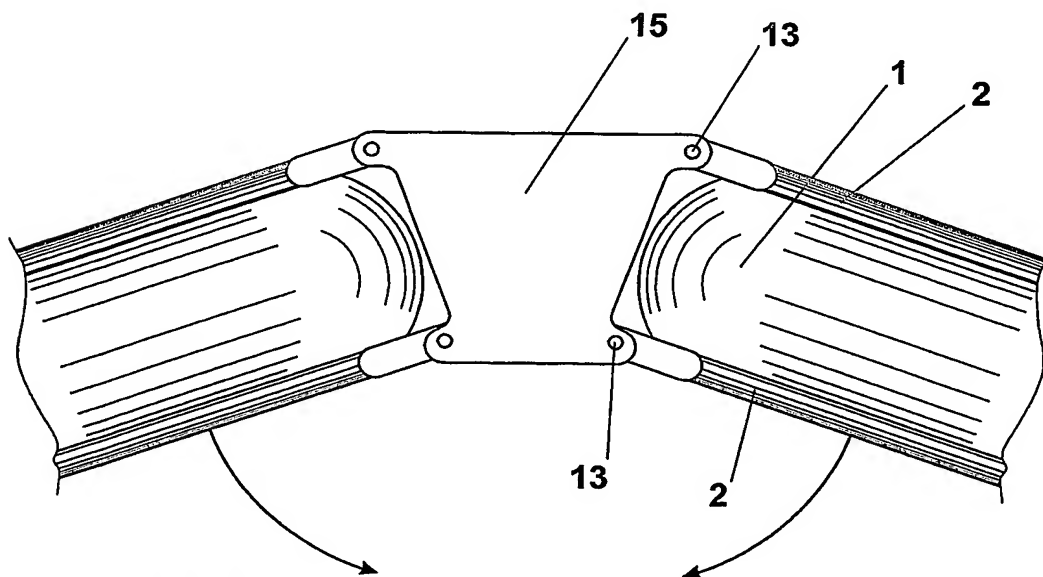


Fig. 13b

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/CH2004/000111

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 7 E04H15/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 7 E04H E01D B64D B63B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 95/15787 A (STEFENSON PER) 15 June 1995 (1995-06-15) page 2, line 19 - line 28; figures 1,2 ---	1-13,18
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2003, no. 01, 14 January 2003 (2003-01-14) & JP 2002 249162 A (ASHIMORI IND CO LTD), 3 September 2002 (2002-09-03) abstract ---	14
X	WO 03/016634 A (PROSPECTIVE CONCEPTS AG ;TO FREDERICK E (GB)) 27 February 2003 (2003-02-27) page 4, line 24 -page 5, line 21; figure 5 --- -/--	15-18

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 May 2004

Date of mailing of the international search report

03/06/2004

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Delzor, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/CH2004/000111

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 01/73245 A (PEDRETTI MAURO) 4 October 2001 (2001-10-04) the whole document -----	1,14
A	FR 2 741 373 A (BACHMANN SA) 23 May 1997 (1997-05-23) the whole document -----	1,15,18
A	US 6 505 443 B1 (BUDESCU DAN) 14 January 2003 (2003-01-14) the whole document -----	1,7
A	US 2 936 056 A (HEYNIGER WILLIAM L) 10 May 1960 (1960-05-10) column 2, line 23 - line 43; figures 1-3 -----	1,8,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/CH2004/000111

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9515787	A	15-06-1995	SE 501540 C2 AU 1252495 A EP 0732963 A1 SE 9304048 A WO 9515787 A1	06-03-1995 27-06-1995 25-09-1996 06-03-1995 15-06-1995
JP 2002249162	A	03-09-2002	NONE	
WO 03016634	A	27-02-2003	CA 2454241 A1 WO 03016634 A1 EP 1409791 A1	27-02-2003 27-02-2003 21-04-2004
WO 0173245	A	04-10-2001	AU 3147101 A BR 0105386 A CA 2374645 A1 WO 0173245 A1 CN 1365416 T EP 1210489 A1 JP 2003529006 T NZ 515020 A US 2002157322 A1 ZA 200108237 A	08-10-2001 26-02-2002 04-10-2001 04-10-2001 21-08-2002 05-06-2002 30-09-2003 25-10-2002 31-10-2002 12-06-2002
FR 2741373	A	23-05-1997	FR 2741373 A1	23-05-1997
US 6505443	B1	14-01-2003	IL 126875 A AU 6487499 A CA 2384289 A1 EP 1129260 A1 WO 0026482 A2	10-03-2002 22-05-2000 11-05-2000 05-09-2001 11-05-2000
US 2936056	A	10-05-1960	US 3018867 A	30-01-1962

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/CH2004/000111

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 E04H15/20

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 E04H E01D B64D B63B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der Internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

WPI Data, PAJ, EPO-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 95/15787 A (STEFENSON PER) 15. Juni 1995 (1995-06-15) Seite 2, Zeile 19 - Zeile 28; Abbildungen 1,2	1-13,18
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 2003, no. 01, 14. Januar 2003 (2003-01-14) & JP 2002 249162 A (ASHIMORI IND CO LTD), 3. September 2002 (2002-09-03) Zusammenfassung	14
X	WO 03/016634 A (PROSPECTIVE CONCEPTS AG ;TO FREDERICK E (GB)) 27. Februar 2003 (2003-02-27) Seite 4, Zeile 24 -Seite 5, Zeile 21; Abbildung 5	15-18
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

& Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

24. Mai 2004

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

03/06/2004

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Delzor, F

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/CH2004/000111

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO 01/73245 A (PEDRETTI MAURO) 4. Oktober 2001 (2001-10-04) das ganze Dokument ---	1,14
A	FR 2 741 373 A (BACHMANN SA) 23. Mai 1997 (1997-05-23) das ganze Dokument ---	1,15,18
A	US 6 505 443 B1 (BUDESCU DAN) 14. Januar 2003 (2003-01-14) das ganze Dokument ---	1,7
A	US 2 936 056 A (HEYNIGER WILLIAM L) 10. Mai 1960 (1960-05-10) Spalte 2, Zeile 23 - Zeile 43; Abbildungen 1-3 -----	1,8,9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/CH2004/000111

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9515787	A	15-06-1995	SE 501540 C2	06-03-1995
			AU 1252495 A	27-06-1995
			EP 0732963 A1	25-09-1996
			SE 9304048 A	06-03-1995
			WO 9515787 A1	15-06-1995
JP 2002249162	A	03-09-2002	KEINE	
WO 03016634	A	27-02-2003	CA 2454241 A1	27-02-2003
			WO 03016634 A1	27-02-2003
			EP 1409791 A1	21-04-2004
WO 0173245	A	04-10-2001	AU 3147101 A	08-10-2001
			BR 0105386 A	26-02-2002
			CA 2374645 A1	04-10-2001
			WO 0173245 A1	04-10-2001
			CN 1365416 T	21-08-2002
			EP 1210489 A1	05-06-2002
			JP 2003529006 T	30-09-2003
			NZ 515020 A	25-10-2002
			US 2002157322 A1	31-10-2002
			ZA 200108237 A	12-06-2002
FR 2741373	A	23-05-1997	FR 2741373 A1	23-05-1997
US 6505443	B1	14-01-2003	IL 126875 A	10-03-2002
			AU 6487499 A	22-05-2000
			CA 2384289 A1	11-05-2000
			EP 1129260 A1	05-09-2001
			WO 0026482 A2	11-05-2000
US 2936056	A	10-05-1960	US 3018867 A	30-01-1962